

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-355849  
 (43)Date of publication of application : 24.12.1999

(51)Int.Cl.

H04Q 7/38  
 H04B 7/26  
 H04B 1/707  
 H04L 27/38  
 H04L 27/22

(21)Application number : 10-157085  
 (22)Date of filing : 05.06.1998

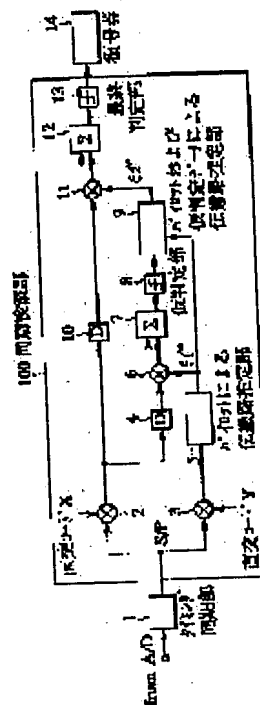
(71)Applicant : FUJITSU LTD  
 (72)Inventor : SEKI HIROYUKI  
 TANAKA YOSHIAKI

(54) SYNCHRONIZING SIGNAL DETECTION METHOD USING PILOT AND TENTATIVE DISCRIMINATION DATA SYMBOL, MOBILE COMMUNICATION RECEIVER AND INTERFERENCE ELIMINATING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve estimating accuracy of a characteristic of a propagation path, when conducting synchronization detection by using a pilot symbol extrapolated in other channel than a channel for a data symbol for estimating the characteristics of a propagation path.

SOLUTION: A device adopting this method is provided with a propagation path estimate section 5 by pilot that estimates the characteristics of a propagation path by using a pilot symbol that is separated through multiplication of an orthogonal code Y, a tentative discrimination section 8 that tentatively discriminates a received data symbol, based on a propagation path estimate value  $\hat{h}_1$  by the propagation path estimate section 5, a propagation path estimate section 9 by pilot and tentative discrimination data, that uses a tentative discrimination data symbol by the tentative discrimination section 8 and the pilot symbol to estimate the characteristic of the propagation path, and a final discrimination section 13 that discriminates received data symbol, based on a propagation path estimate value  $\hat{h}_2$  by the propagation path estimate section 9. Thus, the device regards the tentative discrimination data symbol as the pilot symbol to estimate the characteristic of the propagation path with high accuracy and to conduct synchronization detection.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(11)特許出願公開番号

特開平11-355849

(43)公開日 平成11年(1999)12月24日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

識別記号

FI

H 0 4 B 7/26

109A

H04Q 7/38

H04B 7/26

1/707

H04L 27/38

27/22

H0 4 J 13/00

H04L 27/00

27/22

C

D

G

$$Z$$

審査請求 未請求 請求項の数6 OL (全 13 頁)

(21)出願番号

特願平10-157085

(22) 出願日

平成10年(1998)6月5日

(71)出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号

(72) 発明者 関 宏之

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内

(72)発明者 田中 良紀

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内

(74) 代理人 弁理士 柏谷 昭司 (外2名)

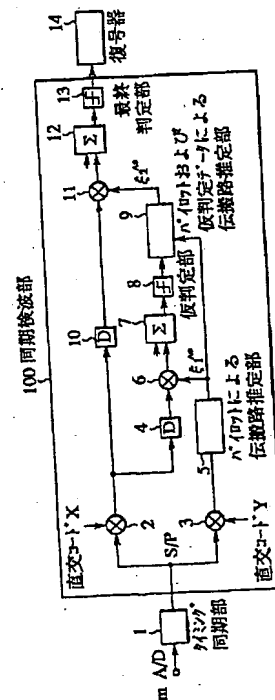
(54) 【発明の名称】 パイロット及び仮判定データシンボルを用いた同期検波方法並びに移動体通信用受信装置及び干渉除去装置

(57) 【要約】

【課題】 データシンボル用のチャネルとは別のチャネルに外挿されたパイロットシンボルを用いて伝搬路特性を推定し、同期検波を行なう方法並びに移動体通信用受信装置及び干渉除去装置に関し、伝搬路特性の推定精度を向上させる。

【解決手段】 直交コードYを乗じて分離したパイロットシンボルを用いて伝搬路特性を推定するパイロットによる伝搬路推定部5と、伝搬路推定部5による伝搬路推定値 $\hat{h}_1$ を基に受信データシンボルの仮判定を行う仮判定部8と、仮判定部8による仮判定データシンボル及びパイロットシンボルを用いて伝搬路特性を推定するパイロット及び仮判定データによる伝搬路推定部9と、伝搬路推定部9による伝搬路推定値 $\hat{h}_2$ を基に受信データシンボルを判定する最終判定部13を備え、仮判定データシンボルをパイロットシンボルと見なして伝搬路特性を精度良く推定し、同期検波を行う。

本発明の第1の実施の形態の同期検波部の構成を示す図



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 移動体通信におけるデータシンボルの受信において、

データシンボルとは別のチャンネルに外挿されたパイロットシンボルを用いて伝搬路特性を推定し、

該パイロットシンボルによる伝搬路推定値を基に同期検波して受信データシンボルの仮判定を行ない、

更に、該仮判定データシンボル及び前記パイロットシンボルを用いて、伝搬路特性を推定し、

該仮判定データシンボル及びパイロットシンボルによる伝搬路推定値を基に同期検波して受信データシンボルを最終判定することを特徴とするパイロット及び仮判定データシンボルを用いた同期検波方法。

【請求項2】 前記仮判定データシンボル及びパイロットシンボルによる伝搬路推定値を基に同期検波して受信データシンボルを複数回仮判定し、且つ、該仮判定によるデータシンボル及びパイロットシンボルを用いて前記伝搬路特性の推定を複数回繰り返すことを特徴とする請求項1記載のパイロット及び仮判定データシンボルを用いた同期検波方法。

【請求項3】 データシンボルとは別のチャンネルに外挿されたパイロットシンボルを用いて伝搬路特性を推定するパイロットシンボルによる伝搬路推定部と、  
該パイロットシンボルによる伝搬路推定値を基に受信データシンボルの仮判定を行なう仮判定部と、  
前記仮判定部による仮判定データシンボル及び前記パイロットシンボルを用いて伝搬路特性を推定するパイロット及び仮判定データシンボルによる伝搬路推定部と、  
前記パイロット及び仮判定データシンボルを用いた伝搬路推定値を基に受信データシンボルを判定する最終判定部とを備えたことを特徴とする移動体通信用受信装置。

【請求項4】 前記パイロット及び仮判定データシンボルによる伝搬路推定部を複数個備え、前記パイロットシンボル及び仮判定データシンボルを用いた伝搬路推定値を基に受信データシンボルを判定する判定部を複数個備えたことを特徴とする請求項4記載の移動体通信用受信装置。

【請求項5】 DS-CDMA移動体通信の基地局で用いられるマルチステージ型の干渉除去装置において、各ステージの干渉レプリカ生成ユニット又は最終段受信器に、

データシンボルとは別のチャンネルに外挿されたパイロットシンボルを用いて伝搬路特性を推定するパイロットシンボルによる伝搬路推定部と、

該パイロットシンボルによる伝搬路推定値を基に受信データシンボルの仮判定を行なう仮判定部と、

前記仮判定部による仮判定データシンボル及び前記パイロットシンボルを用いて伝搬路特性を推定するパイロットシンボルによる伝搬路推定部とを備

【請求項6】 前記パイロット及び仮判定データシンボルによる伝搬路推定部を複数個備え、前記パイロットシンボル及び仮判定データシンボルを用いた伝搬路推定値を基に受信データシンボルを判定する判定部を複数個備えたことを特徴とする請求項7に記載の干渉除去装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、デジタル移動通信システムにおいて、PSK、QPSK、MPSK等の位相変調信号や多値QAM変調信号を復調する際に、データシンボル用のチャンネルとは別のチャンネルに外挿されたパイロットシンボルを用いて伝搬路特性を推定し、同期検波を行なう方法並びに移動体通信用受信装置及び干渉除去装置に関する。

【0002】 移動体通信において、多重波伝搬路（マルチパス）が形成される環境を通信端末が移動することに伴い、フェージングによる伝搬路特性の変動が生じる。このような状況下でデータシンボルを受信復調する場合、データシンボルと共に送信されるパイロットシンボルを受信復調し、該パイロットシンボルから伝搬路特性（フェージング複素包絡線）を推定し、伝搬路による影響を除去してデータシンボルの同期検波を行う手法が広く用いられている。

【0003】 前述のパイロットシンボルは、振幅及び位相が予め定められた既知のシンボルであり、データシンボルの間に内挿されるか又はデータシンボル用のチャンネルとは別のチャンネルに外挿されて送信装置から送出される。

【0004】 パイロットシンボルが内挿される場合、パイロットシンボルはデータフレームの所定の位置に挿入されて送信され、受信装置ではデータフレームの前に付加されるプリアンプル等による同期合わせにより、パイロットシンボル位置を認識し、その位置のシンボルを受信復調し、その振幅及び位相の値から伝搬路の特性を推定する。

【0005】 一方、パイロットシンボルが外挿される場合、パイロットシンボルとデータシンボルとは互いに直行したチャンネルにより多重されて送信される。このようにパイロットシンボルがデータシンボルと並列して送信されるため、外挿パイロットシンボルを送信する方式は、並列パイロットチャンネル方式とも呼ばれている。

【0006】 この方式は、例えば、データシンボルとパイロットシンボルとに互いに直行するコードを掛けて、それぞれをQPSKのIチャンネルとQチャンネルとで変調することにより、外挿パイロットシンボルを送信することができ、このような方式はパイロットIQ多重方式と呼ばれている。

【0007】 パイロット外挿同期検波は、このように直行コードで多重分離するプロセスがあるため、DS-C

ess; 直接スペクトル拡散符号分割多重アクセス) による移動通信の分野での応用が検討されている。

【0008】パイロットシンボルとデータシンボルは互いに直行しているため、受信側では復調後、それぞれを分離することができ、分離したパイロットシンボルにより伝搬路特性を推定し、該推定した伝搬路特性を基にデータシンボルを精度良く同期検波することができる。

【0009】ここで、パイロットシンボルによる伝搬路推定について説明する。今、 $n$  番目の送信シンボルを  $Z_n$  とする。この時の伝搬路特性を  $\xi_n$  とすると、受信シ

$$\xi_n = Z_n \xi_n \cdot Z_n^* = \xi_n \cdot |Z_n|^2 \quad \dots (1)$$

【0011】実際には、受信シンボルは雑音や干渉の影響を受けており、正確に伝搬路特性を推定することは難しい。したがって、複数のパイロットシンボルにより求めた伝搬路特性の平均をとり、推定精度を向上させる。一般には、フェージングによる伝搬路の時間的な変動に追従するために、移動区間の複数のパイロットシンボル間での移動平均が行われる。

【0012】今、 $n$  番目のパイロットシンボルの前後複数のパイロットシンボルの平均により推定された伝搬路

$$Z_n = Z_n \cdot \xi_n \cdot \xi_n^* / |\xi_n|^2 \quad \dots (2)$$

【0013】このようにして同期検波されたデータシンボルは、ダイバーシチ合成を行った後、その位相について判定され、又多値QAM等の場合はその振幅についても判定され、復号器によりデインターリーブや誤り訂正等の復号処理を受け、情報データとして再生される。

【0014】

【従来の技術】図10は従来のパイロットシンボルによる同期検波を行う受信装置の構成を示す図である。同図において、アンテナ(ANT)10-1から受信した信号は無線部(Rx)10-2に入力され、無線部10-2は、該受信信号を増幅器(LNA)10-21により増幅し、バンドパスフィルタ(BPF)10-22により所定帯域外の成分を除去し、ミキサ10-23により局部発振器からの信号LOと乗算してベースバンド帯域に変換し、ローパスフィルタ(LPF)10-24により高域成分を除去し、次段の信号処理部に出力する。

【0015】次段のA/D変換器(A/D)10-3は、無線部(Rx)10-2からの受信信号を量子化してデジタル信号に変換し、タイミング同期部10-4は、A/D変換器(A/D)10-3から出力される受信信号に基づいて同期化を行い、受信信号を同期検波部10-5に出力する。

【0016】同期検波部10-5において、乗算器10-51により受信信号に直交コードXを掛け合わせて受信データシンボルを抽出し、乗算器10-52により受信信号に直交コードYを掛け合わせて受信パイロットシンボルを抽出する。ここで、直交コードXと直交コードYとは互いに直交する符号であり、データシンボル及び

ンボルは、 $Z_n \cdot \xi_n$  となる。送信シンボル  $Z_n$  は予めその振幅及び位相が既知のシンボルであるとする。

【0010】そして、伝搬路を経由して受信される受信シンボル  $Z_n \cdot \xi_n$  に、既知である送信シンボルの複素共役である  $Z_n^*$  を乗すると、その値は、 $\xi_n \cdot |Z_n|^2$  となる。送信シンボルベクトルの大きさは解っている( $|Z_n| \equiv 1$ としてもよい。)ので、伝搬路特性  $\xi_n$  をこの計算により推定することができる。この推定値を  $\xi_n$  とし、推定値  $\xi_n$  を式で示すと以下のとおりである。

$$\xi_n = Z_n \xi_n \cdot Z_n^* = \xi_n \cdot |Z_n|^2 \quad \dots (1)$$

特性を  $\xi_n$  とする。 $n$  番目の送信データシンボルを  $Z_n$ 、実際の伝搬路を  $\xi_n$  とすると、受信データシンボルは、 $Z_n \cdot \xi_n$  なので、これに推定伝搬路特性の複素共役  $\xi_n^*$  を乗じ、推定伝搬路特性  $\xi_n$  のベクトルの絶対値の2乗で割ることにより、受信データシンボルから伝送路の影響を除去した送信データシンボル  $Z_n$  が復調される。この復調データシンボルを  $Z_n$  とし、前述の演算を式で表すと以下のようになる。

$$Z_n = Z_n \cdot \xi_n \cdot \xi_n^* / |\xi_n|^2 \quad \dots (2)$$

より変調され多重化されているものとする。

【0017】乗算器10-51から出力される受信データシンボルは、遅延部(D)10-53により、所定の遅延を与えられた後、乗算器10-54に出力される。一方、乗算器10-52から出力される受信パイロットシンボルは、パイロットシンボルによる伝搬路推定部10-55に入力され、該伝搬路推定部10-55は、前記式(1)による伝搬路特性の推定値  $\xi_n$  を算出し、その複素共役  $\xi_n^*$  を乗算器10-54に出力する。

【0018】乗算器10-54は、遅延部(D)10-53により伝搬路推定のための演算時間分の遅延を与えられた受信データシンボルに、前記伝搬路推定部10-55から出力される伝搬路特性推定値の複素共役  $\xi_n^*$  を乗算することにより、前記式(2)の演算を行って伝搬路による影響を除去した復調データシンボル  $Z_n$  をダイバーシチ合成部10-56に送出する。

【0019】なお、前記乗算器10-54において、復調データシンボル  $Z_n$  を、受信データシンボル  $Z_n \cdot \xi_n$  と伝搬路特性の推定値の複素共役  $\xi_n^*$  との乗算により算出しているのに対し、前記式(2)によれば、乗算器10-54による乗算は、 $Z_n \cdot \xi_n$  と  $\xi_n^* / |\xi_n|^2$  との乗算でなければならないことになるが、この伝搬路特性の推定値の絶対値の2乗  $|\xi_n|^2$  についての演算は、復調データシンボル  $Z_n$  の振幅成分のみに影響するだけなので、振幅成分を扱う他の信号処理部を適宜変更することにより、前記乗算器10-54による乗算は、伝搬路特性の推定値の複素共役  $\xi_n^*$  との乗算とすることができる。

一シチ合成部10-56により他の同様な回路による復調データシンボルとダイバシチ合成され、判定部10-57により、その位相について(多値QAMの場合はその振幅についても)所定の閾値と比較され、所定の離散的データシンボルとして判定され、復号器10-6に出力される。

#### 【0021】

【発明が解決しようとする課題】前述の式(2)から解るように、推定された伝搬路特性 $\hat{h}$ と実際の伝搬路特性 $h$ との差が大きければ、送信データシンボル $Z_n$ と復調データシンボル $Z_n$ の差も大きくなる。したがって、伝搬路特性 $h$ を精度良く推定することが、データを正しく再生するために重要である。

【0022】伝搬路特性の推定精度を上げるためには、パイロットチャネルの送信電力を大きくすることが考えられるが、パイロットシンボルの電力を大きくすると、移動通信端末の消費電力を増加させることになる。総送信電力を一定に保ち、消費電力を増加させないためには、データチャネルの電力を下げることになるが、これはデータシンボルのS/N比を低下させ、受信特性を劣化させることとなる。

【0023】また、パイロットチャネルの送信電力の増大は、データチャネルに対する干渉の増加を引き起し、特にDS-CDMA移動通信においてはチャネル容量特性を低下させる要因となる。

【0024】この他、伝搬路特性の推定精度を上げるには、平均するパイロットシンボルの数を増やす方法が考えられる。ところが、パイロットシンボルの平均区間に対して、伝搬路特性の変動が大きい場合は、伝搬路推定精度が逆に劣化することになり、平均することができるパイロットシンボル数には上限がある。

【0025】本発明は、パイロットチャネルの送信電力を大きくすることなく、又、パイロットシンボルの数を増やすことなく、高い精度で伝搬路特性を推定し、伝搬路の影響を除去したデータシンボルを復調し、受信データの誤り率を低下させることを目的とする。

#### 【0026】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するために、本発明のパイロット及び仮判定データシンボルを用いた同期検波方法は、(1)移動体通信におけるデータシンボルの受信において、データシンボルとは別のチャネルに外挿されたパイロットシンボルを用いて伝搬路特性を推定し、該パイロットシンボルによる伝搬路推定値を基に同期検波して受信データシンボルの仮判定を行ない、更に、該仮判定データシンボル及び前記パイロットシンボルを用いて、伝搬路特性を推定し、該仮判定データシンボル及びパイロットシンボルによる伝搬路推定値を基に同期検波して受信データシンボルを最終判定する過程を含むものである。

う際に、まずパイロットシンボルを用いて推定された伝搬路推定値を用いて、データシンボルの仮判定を行ない、さらに、求めた仮判定データシンボルとパイロットシンボルの両方を用いることにより、伝搬路特性(フェージング複素包絡線)を精度よく推定する。

【0028】すなわち、パイロット外挿同期検波で判定された後のデータシンボルを、パイロットシンボルと見なし、パイロットシンボルと同様な方法で伝搬路特性の推定を行なうことにより、従来のパイロットシンボルのみを用いた伝搬路推定法より、高い精度で伝搬路特性を推定することができる。そして、このようにして求めたより高精度な伝搬路推定値を用いて、再びデータシンボルを同期検波し、データの復号を精度良く行なうことができる。

【0029】又、(2)前記仮判定データシンボル及びパイロットシンボルによる伝搬路推定値を基に同期検波して受信データシンボルを複数回仮判定し、且つ、該仮判定によるデータシンボル及びパイロットシンボルを用いて前記伝搬路特性の推定を複数回繰り返す過程を含むものである。このように、仮判定及び伝搬路特性の推定を複数回繰り返すことにより、更に仮判定データ及び伝搬路推定値の精度を向上させることができる。

【0030】又、本発明の移動体通信受信装置は、

(3)データシンボルとは別のチャネルに外挿されたパイロットシンボルを用いて伝搬路特性を推定するパイロットシンボルによる伝搬路推定部と、該パイロットシンボルによる伝搬路推定値を基に受信データシンボルの仮判定を行なう仮判定部と、前記仮判定部による仮判定データシンボル及び前記パイロットシンボルを用いて伝搬路特性を推定するパイロット及び仮判定データシンボルによる伝搬路推定部と、前記パイロット及び仮判定データシンボルを用いた伝搬路推定値を基に受信データシンボルを判定する最終判定部とを備えたものである。

【0031】又、(4)本発明の移動体通信受信装置は、前記パイロット及び仮判定データシンボルによる伝搬路推定部を複数個備え、前記パイロットシンボル及び仮判定データシンボルを用いた伝搬路推定値を基に受信データシンボルを判定する判定部を複数個備えたものである。

【0032】又、本発明の干渉除去装置は、(5)DS-CDMA移動体通信の基地局で用いられるマルチステージ型の干渉除去装置において、各ステージの干渉レプリカ生成ユニット又は最終段受信器に、データシンボルとは別のチャネルに外挿されたパイロットシンボルを用いて伝搬路特性を推定するパイロットシンボルによる伝搬路推定部と、該パイロットシンボルによる伝搬路推定値を基に受信データシンボルの仮判定を行なう仮判定部と、前記仮判定部による仮判定データシンボル及び前記パイロットシンボルを用いて伝搬路特性を推定するパイ

を備えたものである。

【0033】又、(6) 本発明の干渉除去装置は、前記パイロット及び仮判定データシンボルによる伝搬路推定部を複数個備え、前記パイロットシンボル及び仮判定データシンボルを用いた伝搬路推定値を基に受信データシンボルを判定する判定部を複数個備えたものである。

【0034】

【発明の実施の形態】図1は本発明の第1の実施の形態の同期検波部の構成を示す図である。同図は、受信信号をベースバンドに変換した後のA/D変換出力以降の信号を処理する構成を示している。前段部の無線部の構成は、図10に示した従来の受信装置における無線部と同一のものでよい。

【0035】図1において、100は同期検波部、1はタイミング同期部、2、3は直交コードを乗ずる乗算部、4はパイロットによる伝搬路推定のための演算時間分の遅延を与える遅延部、5はパイロットによる伝搬路推定部、6はパイロットによる伝搬路推定値を乗ずる乗算部、7はダイバーシチ合成部、8は仮判定部、9はパイロット及び仮判定データによる伝搬路推定部、10はパイロットによる伝搬路推定並びにパイロット及び仮判定データによる伝搬路推定のための演算時間分の遅延を与える遅延部、11はパイロット及び仮判定データによる伝搬路推定値を乗ずる乗算部、12はダイバーシチ合成部、13は最終判定部、14は復号器である。

【0036】本発明の実施の形態の同期検波部100は、従来例と同様に、タイミング同期部1によりプリアンプを用いた時間的なタイミング同期が行われた後、ベースバンドの受信信号が入力される。該受信信号は、データシンボルとパイロットシンボルとが直交コードにより多重された信号であり、乗算器2及び乗算器3により、互いに直交する直交コードX及びYを該受信信号にそれぞれ掛け合わせるにより、データシンボルとパイロットシンボルとに分離される。

【0037】今、直交コードXを乗算する乗算器2からデータシンボルが出力され、直交コードYを乗算する乗算器3からパイロットシンボルが出力されるものとする。乗算器2から出力されるデータシンボルは、遅延部4及び遅延部10に入力される。遅延部4は、入力されたデータシンボルに、前述したようにパイロットによる伝搬路推定のための演算時間分の遅延を与え、その出力を乗算器6に入力する。

【0038】一方、乗算器3から出力されるパイロットシンボルは、パイロットによる伝搬路推定部5に入力され、該伝搬路推定部5は、前述の式(1)の演算を行ってパイロットシンボルを用いた伝搬路推定を行ない、その推定値 $\hat{h}_1$ の複素共役 $\hat{h}_1^*$ を、乗算器6とパイロット及び仮判定データによる伝搬路推定部9とに出力する。

$\hat{h}_1^*$ を、前記遅延部4の出力信号に掛けてデータシンボルを復調し、その出力信号はダイバーシチ合成部7によりダイバーシチ合成された後、仮判定部8によりデータシンボルとして仮判定される。

【0040】この仮判定において判定誤りが無い場合は、仮判定後のデータシンボルはまさしくパイロットシンボルとして同等に用いることができ、該データシンボルを用いることにより、伝搬路伝達特性の推定精度をより向上させることができる。

【0041】そこで、仮判定部8により判定した仮判定データシンボルを用いて、パイロット及び仮判定データによる伝搬路推定部9において、伝搬路特性を推定し、その伝搬路推定値と、前述のパイロットシンボルを用いた前述の伝搬路の推定値 $\hat{h}_1$ とを基に、それらの移動平均等により微小区間毎の精度の高い伝搬路の推定値 $\hat{h}_2$ を求める。

【0042】そして、このより精度の高い伝搬路特性の推定値 $\hat{h}_2$ を用いて、再び乗算器11によりデータシンボルを復調し、ダイバーシチ合成部12によりダイバーシチ合成し、最終判定部13によりデータシンボルの最終判定を行い、復号器14によりデータとして復号化される。

【0043】図2は前述の本発明の第1の実施の形態の同期検波の手順を示す図である。同図において、( )内の符号は各手順を示し、実線の矢印は同期検波の手順のフローを示し、点線の矢印は手順間で送受される情報の経路を示している。

【0044】まず、手順(1)において、直交コードX及びYを乗算することにより、パイロットシンボルとデータシンボルとが分離され、手順(2)においてパイロットシンボルを基に伝搬路の推定を行い、手順(3)において手順(2)で得られたパイロットによる伝搬路推定値をデータシンボルに乗算して同期検波を行い、手順(4)においてダイバーシチ合成を行い、手順(5)においてダイバーシチ合成における入力信号が規定ブランチ数以上であるかどうかを判定し、規定ブランチ数以上であれば、手順(6)においてデータシンボルの仮判定を行い、手順(7)において、手順(6)で得られた仮判定データシンボルを用いて推定した伝搬路推定値と手順(2)で得られたパイロットによる伝搬路推定値とを基にして伝搬路推定値を求める。

【0045】次に、手順(8)において、手順(7)で求めたパイロット及びデータシンボルによる伝搬路推定値をデータシンボルに乗算して同期検波を行い、手順(9)においてダイバーシチ合成を行い、手順(10)においてダイバーシチ合成における入力信号が規定ブランチ数以上であるかどうかを判定し、規定ブランチ数以上であれば、手順(11)においてデータシンボルの最終判定を行う。

ルを用いて復調・判定したデータシンボルをパイロットシンボルと見なし、該データシンボルをパイロットシンボルとして用いて伝搬路特性の推定を行うことにより、伝搬路特性の変動が大きくなった場合（フェージング周波数が高い場合）でも、従来のパイロットシンボルのみを用いた手法による推定より、きめ細かな精度の高い伝搬路特性の推定値を得ることができる。

【0047】図3は、本発明の第2の実施の形態の同期検波部の構成を示す図である。この実施の形態は、仮判定を2回行う例を示している。基本構成は、パイロットシンボルのみを用いた伝搬路推定値 $\hat{\epsilon}_1$ を基にして、データシンボルの仮判定を行い、更に、その仮判定データシンボルを用いて推定した伝搬路推定値と、先に求めた伝搬路推定値とを基に、より精度の高い伝搬路推定値を算出し、このより精度の高い伝搬路推定値を用いてデータシンボルの仮判定を再び行い、2回目のより誤りの少ない仮判定データシンボルにより伝搬路推定を再度行って、伝搬路推定値の精度を徐々に良くしていくものである。

【0048】本発明の第2の実施の形態は、仮判定を2回行う例であるが、仮判定の回数をそれ以上とすることにより、更に精度のよい伝搬路推定値が得られる。このように、本発明ではデータシンボルの判定を2回乃至それ以上行うが、ここでは最後の判定を最終判定、それ以前の判定を仮判定と称する。

【0049】図3において符号1～14を付した回路は、前述の図1における符号1～14を付した構成要素と同一であるので、重複した説明は省略する。200は同期検波部、21は仮判定部、22はパイロット及び仮判定データによる伝搬路推定部、23は、伝搬路推定部5と伝搬路推定部9と伝搬路推定部22とにおける伝搬路推定のための演算時間の総計分の遅延をデータシンボルに与える遅延部、24はパイロット及び仮判定データによる伝搬路推定値を乗ずる乗算部、25はダイバーシチ合成部である。

【0050】図3の本発明の第2の実施の形態の同期検波部は、仮判定部8による第1回目のデータシンボルの仮判定と仮判定部21による第2回目のデータシンボルの仮判定を行い、該仮判定データシンボルとパイロットシンボルとを用いて伝搬路の推定を行うものである。

【0051】すなわち、パイロットシンボルによる伝搬路の推定値 $\hat{\epsilon}_1$ を基に仮判定部8によりデータシンボルの仮判定を行い、更に、この仮判定データシンボルと前記パイロットシンボルとによる第2の伝搬路の推定値 $\hat{\epsilon}_2$ を基に仮判定部21によりデータシンボルの仮判定を行い、この仮判定部21から出力される仮判定データシンボルを用いて、伝搬路推定部22は同様に伝搬路の推定を行い、その推定値とパイロットシンボルによる

る。

【0052】そして、乗算器24により、遅延部23を介した受信データシンボルに、伝搬路推定部22で算出した伝搬路推定値 $\hat{\epsilon}_2$ の複素共役 $\hat{\epsilon}_2^*$ を乗じ、ダイバーシチ合成部25によりダイバーシチ合成を行って、最終判定部13によりデータシンボルの最終判定を行う。

【0053】本発明の第1及び第2の実施の形態において、判定部の数と同じ数のダイバーシチ合成部が各判定部の前段に設けてあり、それぞれダイバーシチ合成部によりダイバーシチ合成を行った場合により大きく特性が改善される。

【0054】以上のとおり、本発明の第1及び第2の実施の形態によれば、仮判定後のデータシンボルをパイロットシンボルと同等に用いて伝搬路特性を推定することにより、微小移動区間の伝搬路特性を推定することができ、伝搬路特性の推定精度を向上させることができる。

【0055】しかし、パイロットシンボルによる伝搬路推定値 $\hat{\epsilon}_1$ と仮判定データシンボルによる伝搬路推定値 $\hat{\epsilon}_{d1}$ とから、より精度の高い伝搬路推定値 $\hat{\epsilon}_2$

（又は $\hat{\epsilon}_3$ ）を求める場合、パイロットシンボルが既知であるのに対し、仮判定データシンボルは、ある確率で誤りを含んでいる。したがって、両者をそのまま平均するのではなく、それぞれの信頼度に応じた重み付け平均をすることにより、より精度が向上する。

【0056】図4は本発明の実施の形態の重み付け平均をする伝搬路推定部の説明図である。同図は図1及び図3に示したパイロット及び仮判定データによる伝搬路推定部9及び伝搬路推定部22の内部構成である。同図において、4-1は仮判定部、4-2はパイロットによる伝搬路推定値 $\hat{\epsilon}_1$ を出力する伝搬路推定部、4-3はパイロット及び仮判定データによる伝搬路推定部、4-31は仮判定データによる伝搬路推定値 $\hat{\epsilon}_{d1}$ を出力する伝搬路推定部、4-32は伝搬路推定値 $\hat{\epsilon}_{d1}$ に重み係数 $W_a$ を乗ずる乗算部、4-33は伝搬路推定値 $\hat{\epsilon}_1$ に重み係数 $W_b$ を乗ずる乗算部、4-34は加重平均計算部である。

【0057】仮判定データシンボルによる伝搬路推定値 $\hat{\epsilon}_{d1}$ に乘ずる重み係数 $W_a$ を、パイロットシンボルによる伝搬路推定値 $\hat{\epsilon}_1$ に乘ずる重み係数 $W_b$ に対して小さく設定し、それらの伝搬路推定値を加重平均計算部4-34で加重平均することにより、伝搬路推定値 $\hat{\epsilon}_2$ （又は $\hat{\epsilon}_3$ ）の精度を向上させることができる。

【0058】重み係数 $W_a$ と重み係数 $W_b$ の比率は、仮判定データシンボルの誤り率に応じて設定することにより、伝搬路推定値 $\hat{\epsilon}_2$ （又は $\hat{\epsilon}_3$ ）の精度を最適化することができる。仮判定データシンボルの誤り率は、仮判定データシンボルと最終判定データシンボルとの比較照合により、最終判定データシンボルの所要誤り率が

ョン等により予め求めておくことができる。

【0059】次に、前述した同期検波部を組み込んだ移動体通信用の受信装置について説明する。図5は本発明の同期検波部を組み込んだ移動体通信用受信装置の構成を示す図である。同図において、アンテナ（ANT）10-1、無線部（Rx）10-2、A/D変換器（A/D）10-3、タイミング同期部10-4及び復号器10-6は、それぞれ前述した図10の従来の受信装置におけるものと同様のものであるので、図10と同一の符号を付し、重複した説明は省略する。

【0060】又、図5の同期検波部100の構成は、図1に示した本発明の第1の実施の形態における同期検波部100と同様であり、図1と同一の符号を付し、その動作は前述した動作と同様であるので説明を省略する。

【0061】移動体通信用の受信装置は、フェージングによる伝搬路特性の大きな変動の影響を受けた送信信号を受信するが、本発明による同期検波部を組み込むことにより、高い精度で伝搬路特性を推定し、該推定値により伝搬路の影響を除去した送信信号を同期検波（復調）して再生するので、データ誤り率の低い精度の良い受信装置を構成することができる。

【0062】次に、本発明による同期検波部を組み込んだマルチステージ型干渉除去装置について説明する。マルチステージ型干渉除去装置は、DS-CDMA移動通信の基地局で用いられ、ユーザーチャネル対応の干渉レプリカ生成ユニット（ICU）を複数ステージにわたり多段に組み合わせて縦続的に接続し、各ステージ毎に徐々に他のユーザーチャネルからの干渉を除去して信号を受信する装置である。

【0063】図6はマルチステージ型干渉除去装置の構成を示す図である。図6の各ステージにおけるユーザ対応の干渉レプリカ生成ユニット（ICU）30及び最終ステージの受信器（ReC）40は、前ステージから誤差信号eと干渉レプリカ信号sが入力され、干渉除去の処理を行い、干渉レプリカ生成ユニット（ICU）30は、次ステージに干渉残差推定信号dと修正した干渉レプリカ信号sを出力する。

【0064】各ステージの合成器50は、各ステージのユーザ対応の干渉レプリカ生成ユニット（ICU）30から出力された干渉残差推定信号dを合成するとともに、この合成した干渉残差推定信号dを、遅延部（Delay）60を経た前ステージの誤差信号eから差し引くことにより、新たな誤差信号eを出力する。

【0065】この動作を各ステージ毎に繰り返すことにより誤差信号はゼロに近づき、干渉レプリカ信号sの精度が向上し、最終ステージの誤差信号eと干渉レプリカ信号sとを用いたレイク（RAKE）受信処理により、ユーザ間の干渉を除去することができる。ここで、レイク（RAKE）受信処理とは、各マルチパスに対応する

共役を乗算し、ダイバーシチ合成により各伝搬路の信号の最大比合成を行うことを意味する。

【0066】図7はマルチステージ型干渉除去装置の干渉レプリカ生成ユニット及び最終ステージの受信器の説明図である。干渉レプリカ生成ユニット（ICU）30及び最終ステージの受信器（ReC）40にはそれぞれ伝搬路に対応した数の逆拡散部31、41が設けられ、各々の逆拡散部31、41は、逆拡散器31-1、41-1、加算器31-2、41-2、チャネル推定部31-3、41-3、乗算器31-4、41-4が設けられる。

【0067】前記逆拡散部31、41には前ステージから誤差信号e及び干渉レプリカ信号sが入力され、該誤差信号eを逆拡散器31-1、41-1により逆拡散し、この逆拡散した信号と前ステージからの干渉レプリカ信号sとを加算器31-2、41-2により加算した信号は、ベースバンドの受信信号となり、図1の同期検波部100に入力される受信信号と同様の信号である。

【0068】前記チャネル推定部31-3、41-3は伝搬路伝達特性（チャネル）の推定を行うもので、前記加算器31-2、41-2の出力信号から伝搬路特性の推定を行う際、本発明の第1または第2の実施の形態のパイロットシンボル及び仮判定データシンボルによる伝搬路特性推定手段を適用し、精度の高い伝搬路推定値を得ることができる。

【0069】前記加算器31-2、41-2の出力は、チャネル推定部31-3、41-3による伝搬路推定値の複素共役と乗算器31-4、41-4により乗算され、その出力は、干渉レプリカ生成ユニット（ICU）30又は最終ステージの受信器（ReC）40内の合成器32、42によりダイバーシチ合成され、干渉レプリカ生成ユニット（ICU）30内の合成器32の出力は仮判定部33により仮判定され、最終ステージの受信器（ReC）40内の合成器42の出力は軟判定復号器43により軟判定され復号される。軟判定とは受信データシンボルの振幅値を保持した判定結果を出力するものである。

【0070】干渉レプリカ生成ユニット（ICU）30の再拡散部34では、仮判定部33からの出力を、乗算器34-1によりチャネル推定部31-3の出力と乗算し、乗算器34-1の出力を次ステージへの干渉レプリカ信号sとして送出するとともに、乗算器34-1の出力と前ステージからの干渉レプリカ信号sの符号を反転した信号とを加算器34-2により加算して受信データシンボルと干渉レプリカ信号sとの差分を求め、その差分（加算器34-2の出力）を再拡散器34-3により再拡散する。再拡散部34からの出力は合成器35によりダイバーシチ合成され、次ステージへ干渉残差推定信号dとして出力される。



4-1による乗算の際、チャネル推定部31-3により推定した伝搬路特性を用いており、該チャネル推定部31-3による伝搬路推定値の精度を、本発明の実施の形態を適用して向上させることにより、干渉除去の特性を大幅に改善することができる。

【0072】図8は本発明の同期検波部を組み込んだ干渉除去装置の干渉レプリカ生成ユニット(ICU)30内の逆拡散部31を示す図である。図8において、点線で囲んだ部分100は本発明の第1の実施の形態の同期検波部と同一のもので、該同期検波部を構成する各回路部には図1と同一の符号が付してあり、その動作は前述した動作と同一であるので重複した説明は省略する。

【0073】なお、図8の干渉レプリカ生成ユニット(ICU)30内の逆拡散部31において、データチャネルとパイロットチャネルは別々のコードで拡散されており、逆拡散器31-1では、それぞれのコードで受信信号を逆拡散することにより、データシンボルとパイロットシンボルを分離する。

【0074】但し、図が煩雑になることを避けるために、逆拡散後のデータチャネルとパイロットチャネルを同一の線で描いている。又、1つの信号線でデータシンボルとパイロットシンボルとが時間多重されて各回路に送られるようにしてもよい。

【0075】又図9は本発明の同期検波部を組み込んだ干渉除去装置の最終ステージの受信器(ReC)40内の逆拡散部41を示す図である。図8と同様に図9において、点線で囲んだ部分100は本発明の第1の実施の形態の同期検波部と同一のもので、該同期検波部を構成する各回路部には図1と同一の符号が付してあり、その動作は前述した動作と同一であるので重複した説明は省略する。

【0076】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、パイロットシンボルによる伝搬路推定値を用いて実際の伝搬路特性による影響を除去して同期検波した仮判定データシンボルをパイロットシンボルと見なし、該仮判定データシンボルを用いて伝搬路特性を推定し、前記パイロットシンボルを用いた伝搬路推定値と前記仮判定データシンボルを用いた伝搬路推定値を基に伝搬路特性を推定することにより、精度の高い伝搬路推定値を得ることができ、受信データの誤り率を低下させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態の同期検波部の構成を示す図である。

【図2】本発明の第1の実施の形態の同期検波の手順を示す図である。

【図3】本発明の第2の実施の形態の同期検波部の構成を示す図である。

【図4】本発明の実施の形態の重み付け平均をする伝搬路推定部の説明図である。

【図5】本発明の同期検波部を組み込んだ移動体通信用受信装置の構成を示す図である。

【図6】マルチステージ型干渉除去装置の構成を示す図である。

【図7】マルチステージ型干渉除去装置の干渉レプリカ生成ユニット及び最終ステージの受信器の説明図である。

【図8】本発明の同期検波部を組み込んだ干渉除去装置の干渉レプリカ生成ユニット(ICU)内の逆拡散部を示す図である。

【図9】発明の同期検波部を組み込んだ干渉除去装置の最終ステージの受信器(ReC)内の逆拡散部を示す図である。

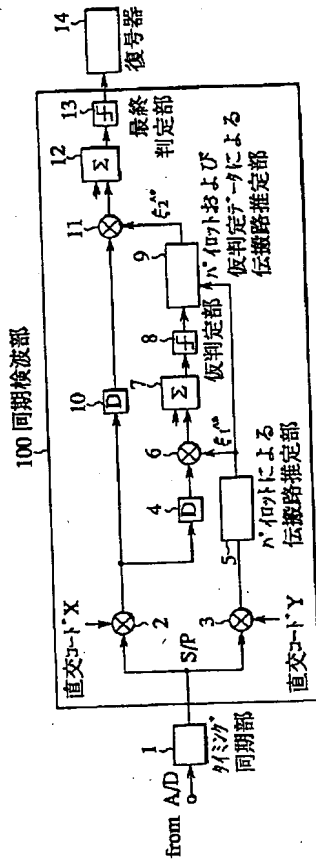
【図10】従来のパイロットシンボルによる同期検波を行う受信装置の構成を示す図である。

【符号の説明】

- 100 同期検波部
- 1 タイミング同期部
- 2, 3 直交コードを乗ずる乗算部
- 4 パイロットによる伝搬路推定のための演算時間分の遅延を与える遅延部
- 5 パイロットによる伝搬路推定部
- 6 パイロットによる伝搬路推定値を乗ずる乗算部
- 7 ダイバーシチ合成部
- 8 仮判定部
- 9 パイロット及び仮判定データによる伝搬路推定部
- 10 パイロットによる伝搬路推定並びにパイロット及び仮判定データによる伝搬路推定のための演算時間分の遅延を与える遅延部
- 11 パイロット及び仮判定データによる伝搬路推定値を乗ずる乗算部
- 12 ダイバーシチ合成部
- 13 最終判定部
- 14 復号器

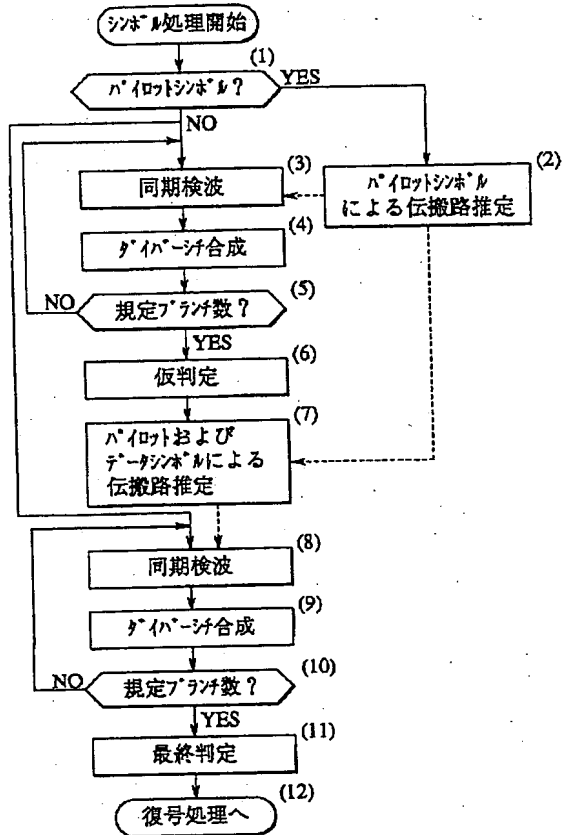
【図1】

本発明の第1の実施の形態の同期検波部の構成を示す図



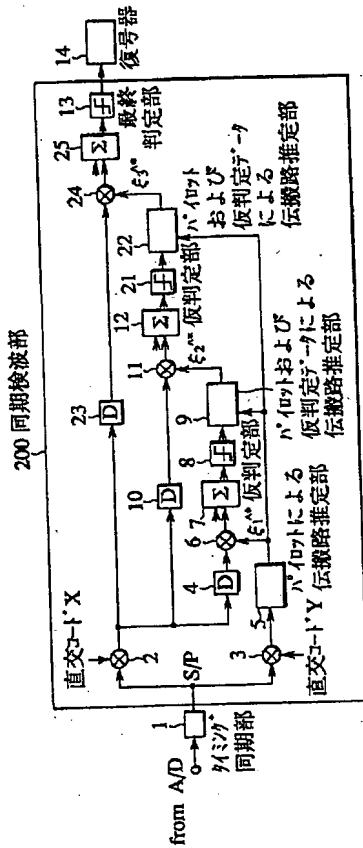
【図2】

本発明の第1の実施の形態の同期検波の手順を示す図



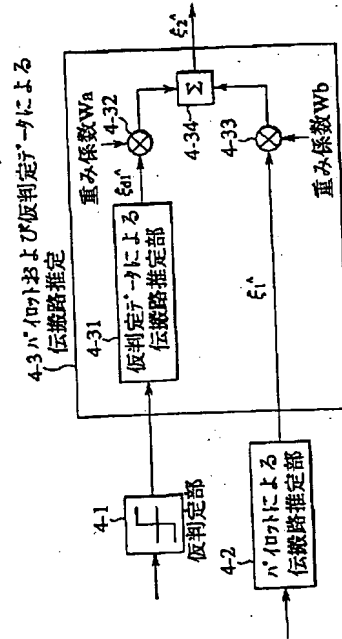
【図3】

本発明の第2の実施の形態の同期検波部の構成を示す図



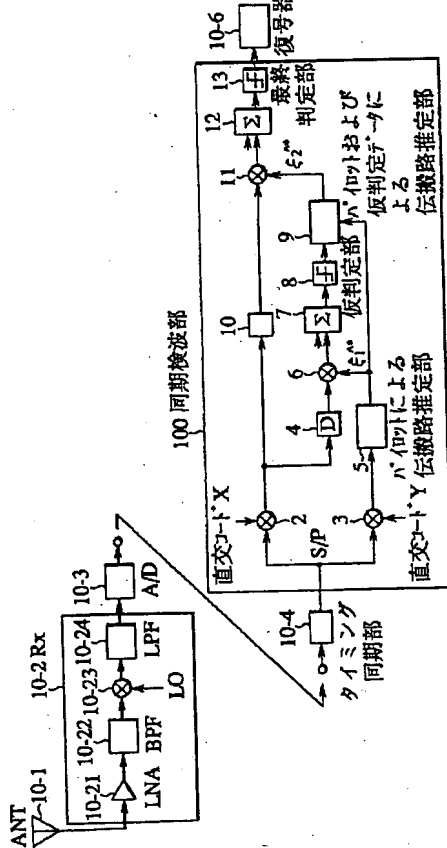
【図4】

本発明の実施の形態の重み付け平均をする伝搬路推定部の説明図



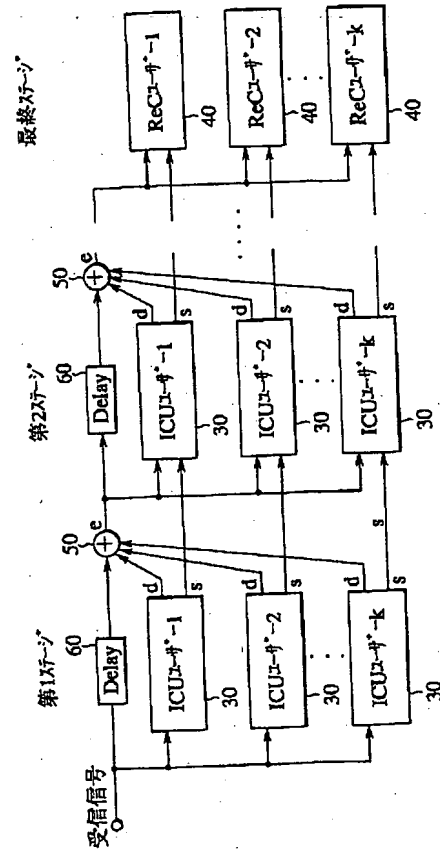
【図5】

本発明の同期検波部を組み込んだ  
移動体通信用受信装置の構成を示す図



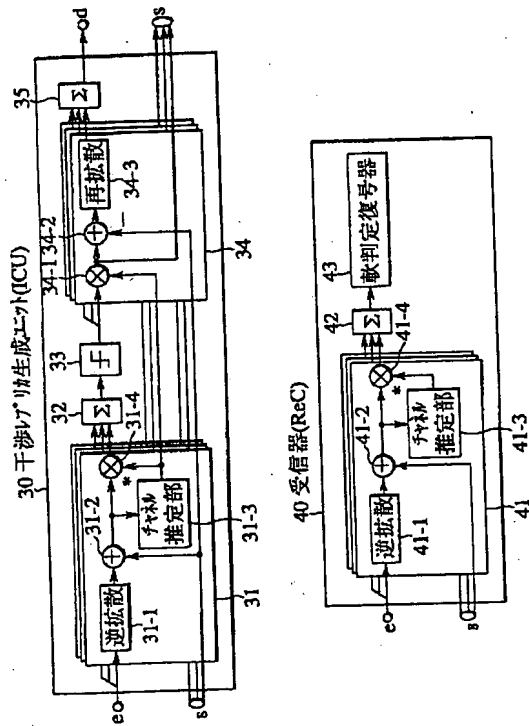
【図6】

マルチステージ型干渉除去装置の構成を示す図



【図7】

マルチステージ型干渉除去装置の  
干渉レプリカ生成ユニット及び  
最終ステージ受信器の説明図



【図8】

本発明の同期検波部を組み込んだ干渉除去装置の  
干渉レプリカ生成ユニット内の逆拡散部を示す図

